

LOS DESIERTOS DE SONORA Y BAJA CALIFORNIA

El Desierto de Sonora es parte del inmenso corredor norteamericano de ecosistemas áridos que se extiende desde el sureste del estado de Washington, en EUA, hasta el estado de Hidalgo en el altiplano central de México, y desde el centro de Texas hasta las costas del Pacífico en la península de Baja California. Este corredor árido, que cubre casi un millón de kilómetros cuadrados, se divide en cuatro grandes desiertos: la Gran Cuenca, el Desierto de Mojave, el Desierto de Sonora y el Desierto de Chihuahua. El Gran Desierto de Chihuahua consta de una serie de tierras bajas, de menos de 1000 msnm, que circundan el Golfo de California o Mar de Cortés. Aunque se trata de una sola entidad en Estados Unidos, al penetrar en México se bifurca en una región de tierras áridas continentales, conocida como el Desierto de Sonora en el sentido más estricto, y una franja de desiertos costeros que recorre la península de Baja California y a la que se le denomina Desierto de Baja California.

En el presente capítulo descubriremos estas dos áreas silvestres áridas: el Desierto de Sonora, que incluye los desiertos continentales de Arizona, California y Sonora, y el Desierto de Baja California, que comprende los desiertos centrales y meridionales de la península, que juntos integran un continuo de espectaculares ecosistemas áridos prácticamente intactos. Este complejo desierto sonorense-bajacaliforniano, tal como lo definimos aquí, abarca 101 291 km² del Desierto de Baja California y 223 009 km² del verdadero Desierto de Sonora. En total, 29% de esta área silvestre (93 665 km²) se encuentra en Estados Unidos, con el 71% restante (230 635 km²) en México. Según estimamos, hasta 80% del área silvestre se conserva intacta.

Debido a su historia biogeográfica única y sus estrechas conexiones con las selvas bajas caducifolias tropicales que cubren las costas del Pacífico poco más al sur en México, el Desierto de Sonora es sumamente rico en especies de árboles y gigantescas cactáceas columnares, lo que le confiere el aspecto de un área silvestre extrañamente arborescente, con inmensas cantidades de biomasa vegetal aérea en comparación con otros desiertos de clima semejante. Los desiertos de Sonora y Chihuahua están entreverados con una compleja serie de cadenas montañosas que se yerguen como islas en un mar de áridas planicies sedimentarias a las que se les denomina bajadas y llanos. La mayoría de esas montañas albergan relictos de la flora madroterciaria ancestral, es decir, un conjunto de plantas propias del bosque templado que cubrió la región desde principios del Pleistoceno, hace unos 25 millones de años. Dos millones de años atrás cuando el Pleistoceno trajo un clima más tórrido y seco, las comunidades del desierto remplazaron gradualmente enormes partes de esos bosques. Al finalizar la última glaciación, hace unos 15 000 años, los desiertos actuales se enseñorearon en las llanuras. No obstante, aún sobreviven restos de aquel bosque ancestral, en calidad de proscritos antediluvianos refugiados en las alturas de las frescas y húmedas montañas, a las que se conoce como "islas celestes".

La historia evolutiva de los Desiertos de Sonora y Baja California es diferente en cuanto a modo y tiempo. Mientras que el Desierto de Sonora continental evolucionó durante el Pleistoceno como un corredor terrestre, es decir, un puente terrestre que conectó las selvas bajas caducifolias del Pacífico mexicano con los ecosistemas templados de la región central de Estados Unidos, la historia de la península de Baja California ha sido de espléndida evolución en aislamiento (Robles Gil y cols., 2001). A todo lo largo de las costas del Mar de Cortés, el tema que prevalece es el aislamiento (Berger, 1998). Durante los últimos seis millones de años, las aguas del Golfo de California han separado la árida península de la tierra firme mexicana; a su vez, la península de Baja California ha mantenido el Mar de Cortés literalmente encerrado en sus confines, apartándolo del Océano Pacífico. En este ambiente, los fragmentos aislados se superponen en escalas menores: islas marinas que surgen de las profundidades del Mar de Cortés. Las islas celestes de las serranías albergan relictos de ecosistemas templados que rememoran los climas del pasado. Los oasis de palmas presentes en profundas cañadas disyuntivas forman, una vez más, miles de islas de humedal inmersas en la árida matriz rocosa de las cordilleras peninsulares. Lagunas costeras que repiten de manera fraccionaria el tema del aislamiento en forma de cuerpos de agua cada vez más pequeños, bordean las costas marinas.

Luego de millones de años de aislamiento, las fuerzas de la evolución y la fragmentación han producido formas de vida únicas, plantas desertícolas de extrañas formas y animales extraordinarios. De hecho, los Desiertos de Sonora y Baja California han sido poco menos que islas biológicas y culturales, hábitats con asombrosas y a menudo extravagantes formas de crecimiento, y territorios de inmensa belleza natural (Hornaday, 1908; Jordán, 1951; Krutch y Porter, 1957; Krutch, 1961; Lumholtz, 1990; Martínez, 1947).

Mientras que la mayor parte del territorio continental de México y Estados Unidos está sentado en la Placa Tectónica Norteamericana, la península de Baja California es una lasca continental que cabalga en otra placa de la corteza de la Tierra: la Placa del Pacífico. La península de Baja California está separándose lentamente de la tierra firme mexicana mediante una serie de fallas o abras que van ensanchando poco a poco el Golfo de California y desplazan la placa entera hacia el noroeste. En California el movimiento de la deriva de la península genera una larga línea de fricción, la Falla de San Andrés, donde las dos placas resbalan una contra otra. Estas fuerzas tectónicas son la causa de la tipografía regional, incluyendo la columna dorsal montañosa de Baja California, la Sierra Madre en Sonora, y las sierras menores que están dispersas en las planicies desérticas. La abrupta topografía de los Desiertos de Sonora y Baja California, a su vez, propicia los climas locales y el desarrollo del suelo, siendo, en última instancia, una fuerza causal mayor de la peculiar diversidad biológica de la región. Puesto que la mayoría de las fallas geológicas están dispuestas en dirección noroeste-sureste, los corredores ecológicos formados a lo largo de dichas fallas vinculan la región de norte a sur; el largo continuo de ecosistemas peninsulares define una región natural homogénea (Baja California), mientras que los ecosistemas situados entre las altas montañas de la Sierra Madre y las costas del Mar de Cortés abarcan su contraparte continental: el Desierto de Sonora.

En la misma medida en que los procesos geológicos son la fuerza que conformó el inhóspito paisaje de estos desiertos, la circulación de los vientos y las corrientes oceánicas es el mecanismo subyacente que generó los increíbles ecosistemas de la región y mantiene su existencia. En el Pacífico, la fría corriente de California, que recorre sus costas de norte a sur, se desvía hacia el oeste impulsada por el movimiento de rotación de la Tierra; este fenómeno se conoce como Fuerza de Coriolis. Las capas superficiales desviadas de la corriente de California son remplazadas por un afloramiento de aguas frías, más profundas y ricas en nutrientes, que proceden del fondo del mar y traen fertilidad a la superficie. Fuertes corrientes, impulsadas por las mareas, producen fenómenos de afloramiento similares en el aislado Golfo de California y hacen de éste uno de los mares más productivos de la Tierra.

Sin embargo, los afloramientos también son una de las principales causas de la aridez de la tierra, pues los vientos húmedos que soplan desde los mares fríos hacia los desiertos calurosos se vuelven cálidos y secos. El invierno es la única época en que la tierra se enfría lo suficiente como para atraer algo de precipitación. Durante el verano, nubes de tipo monzónico se dirigen hacia el sistema de baja presión generado por el desierto candente, pero la mayoría de esas tormentas caen en los bosques tropicales más al sur. El desierto verdadero recibe únicamente tormentas eléctricas espectaculares, pero muy poca lluvia. Por lo tanto, sus llanuras reciben una muy escasa precipitación, que va de 40 mm en las partes "más áridas del Gran Desierto a casi 600 mm en las faldas de la Sierra Madre.

Únicamente en las cadenas montañosas el aire ascendente se enfría lo suficiente para atraer lluvias importantes, mismas que sustentan bosques templados de pino y encino. Durante los años en que se presenta El Niño, las fluctuaciones aleatorias del flujo del aire en la Tierra debilitan los vientos alisios y eso disminuye la fuerza que desvía las corrientes marinas hacia el oeste. Como resultado, las aguas oceánicas tibias se acumulan superficialmente en las costas y el afloramiento de aguas ricas en nutrientes disminuye. Por consiguiente, el ciclo natural se invierte: a medida que las corrientes oceánicas pierden ímpetu y se templan, el mar se vuelve menos productivo y la tierra es empapada frecuentemente por las abundantes lluvias propiciadas por las aguas marinas tibias.

Esta alternancia en la abundancia de los recursos resulta una fuerza determinante en cuanto a la organización ecológica de los desiertos de Sonora y Baja California. Durante estos periodos de abundancia anómala, las plantas perennes del desierto se establecen y aprestan para largas sequías, enterrando profundamente en el suelo del desierto sus raíces pivotantes; las plantas efímeras resarcan sus bancos de semillas; los sapos desertícolas se reproducen en grandes cantidades antes de entrar nuevamente en latencia debido a la aridez, mientras que los granívoros, como las ratas de abazones y las ratas canguro, reabastecen sus almacenes subterráneos. El desierto se renueva y queda listo para enfrentar, una vez más, décadas de extrema escasez.

Biodiversidad

Pocos lugares exhiben la extraordinaria heterogeneidad ambiental de los Desiertos de Sonora y Baja California. Los climas regionales van desde un ambiente con lluvias en invierno de tipo mediterráneo en el noroeste, hasta lluvias veraniegas de tipo monzónico en el sureste. Las inclinadas pendientes de las cordilleras generan algunos de los gradientes ambientales más impresionantes de la Tierra.

La parte norte del Desierto de Baja California se vincula con los ecosistemas de tipo mediterráneo de la Provincia Florística de California, ecorregión terrestre amenazada de importancia mundial que fue descrita en un libro anterior de esta serie y con el cual comparte muchas especies (Minnich y Franco Vizcaíno, 1998; Mittermeier y cols., 1999). En el sur, ambos desiertos se unen a las selvas bajas caducifolias del trópico mexicano (Bowden y Dykinga, 1993; Martín y cols., 1999; Robichaux y Yetman, 2000), que son parte de la Región Mesoamericana, otra ecorregión terrestre amenazada de importancia mundial (Mittermeier y cols., 1999). En particular, una forma rara de selva baja caducifolia, muy rica en endemismo, ocupa las tierras bajas de la región de Los Cabos, en el extremo sur de la península de Baja California (Zwinger, 1983). En esa misma región, pero a mayores alturas, existe un remoto bosque templado de pino y encino en las montañas de la Sierra de La Laguna. Este ecosistema templado, único en su tipo, evolucionó en total aislamiento y consta principalmente de especies raras y estrictamente endémicas. En las cadenas montañosas centrales de Baja California y Sonora existen otras áreas similares de aislamiento geográfico y rareza biológica, lo mismo que en las islas oceánicas (Case y Cody, 1983). La parte norte del Desierto de Sonora va desde un enorme sistema de dunas interiores móviles en California y el Gran Desierto mexicano, hasta un desierto arborescente y bosques de encino xerófilos en las faldas de las sierras orientales. Al sur, la trayectoria ascendente de oeste a este va, desde los matorrales espinosos de Sinaloa (un tipo raro de selva baja caducifolia achaparrada en la que predominan especies neotropicales junto con formas del matorral xerófilo), hasta las exuberantes selvas bajas caducifolias de los pies de monte de la Sierra Madre.

Wiggins (1980) en su *Flora de Baja California*, describe 2958 especies de plantas e identifica 686 de éstas como endémicas de toda la península. Sin embargo, muchas de estas plantas se encuentran en los matorrales y chaparrales de la Provincia Florística de California; es decir, en los ecosistemas de tipo mediterráneo del noroeste de Baja California que no forman parte de los desiertos de la región. La verdadera diversidad de los desiertos peninsulares se ubica en alrededor de 2 000 especies, con unos 550 endemismos. Shreve y Wiggins (1975), en su *Vegetation and Flora of the Sonoran Desert*, describen 2 621 especies de plantas, con cerca de 500 endémicas. Ambos desiertos poseen una diversidad florística total de casi 3 300 especies, con un grado de endemismo para la región combinada, tal como la hemos definido aquí, de más de 50 por ciento. El microendemismo de las plantas (es decir, especies restringidas exclusivamente a un área muy chica) es particularmente alto en las islas oceánicas del Mar de Cortés, en sierras

aisladas como El Aguaje, San Francisco, Guadalupe o La Laguna, y en las dunas del Gran Desierto de Altar.

En la porción sonorenses del Desierto de Sonora, que incluye el noreste de Baja California, existen al menos 14 especies de anfibios (dos de ellas endémicas), 68 de reptiles (cinco endémicas), 190 de aves y 84 de mamíferos (dos endémicas, aunque compartidas con el Desierto de Baja California), mientras que en la porción bajacaliforniana las cifras son de al menos 4 especies de anfibios, 59 de reptiles (20 endémicas), 134 de aves y 54 de mamíferos (cuatro endémicas). De éstas, dos especies de anfibios, 21 de reptiles, 118 de aves y 45 de mamíferos se encuentran en ambos desiertos. Las aves, dado su medio de locomoción, tienen bajos grados de endemismo en la región. Sin embargo, la península de Baja California, que está más aislada que los desiertos continentales, alberga cuatro especies de aves raras y cuasiendémicas, restringidas principalmente a la península y comunes en esta área silvestre desértica, aunque también existen fuera de estos hábitats, tanto en los matorrales de tipo mediterráneo del norte como en los matorrales tropicales xerófilos de la región de Los Cabos. Se trata del zafiro peninsular (*Hylocharis xantusii*), la mascarita peninsular (*Geothlypis beldingi*), el tecolote peninsular (*Glaucidium hoskinsii*) y el cuicacoche ceniciento (*Toxostoma cinereum*).

Aparte de la fauna de los dos desiertos, las islas del Mar de Cortés albergan 42 especies endémicas de reptiles y 15 de mamíferos terrestres (Case y Cody, 1983). Por lo tanto, la fauna desértica total de la región mayor consta de 16 especies de anfibios (dos endémicas), 148 de reptiles (67 endémicas), 206 de aves (cuatro endémicas) y 108 de mamíferos (21 endémicas). Además de estos habitantes estrictos del desierto, existen 162 especies de aves marinas y zancudas que se alimentan en las ricas aguas del Mar de Cortés y en las costas del Pacífico del Desierto de Baja California, así como un gran número de tetrápodos marinos y especies que dependen estrictamente del agua, como tortugas y mamíferos marinos, lo mismo que muchas especies agrícolas y urbanas que sólo en raras ocasiones se encuentran en los hábitats de desierto verdaderos (Russell y Monson, 1998). Si se incluyen estas especies ocasionales y marginales, la biodiversidad total aumenta considerablemente.

Además de su diversidad y endemismo regional, los Desiertos de Sonora y Baja California marcan el límite septentrional de la zona tropical. Esta región alberga al menos 16 familias y probablemente más de 200 especies de árboles tropicales que encuentran su límite norte en la misma (Felger, 2000), incluyendo las familias del copal, la ceiba, el zapote prieto, el negrito y la teophrasta. Otros grupos, como las abejas euglossinas de brillantes colores metálicos verde y azul y las industriosas abejas sin aguijón (*Melipona spp.*), también encuentran sus límites septentrionales en estos desiertos.

Así como la península está aislada de la tierra firme por el Mar de Cortés, el Golfo es, en sí, una especie de "península marina" aislada del Pacífico por 1 500 km de tierra peninsular. Biológicamente, es uno de los mares más productivos y diversos del mundo. México obtiene de esta agua entre 30 y 50 por ciento de su pesca nacional y en ellas existen unas 4 500 especies de invertebrados conocidas (excepto protozoarios); 872 especies de peces (122 elasmobranquios y 750 teleósteos, 271 de los cuales son peces arrecifales

raros), y 33 especies de mamíferos marinos, 28 de ellos cetáceos, incluyendo la marsopa vaquita (*Phocoena sinus*), que es endémica del Alto Golfo y se considera amenazada.

Especies emblemáticas

Hasta la fecha, las descripciones ecológicas más importantes de los Desiertos de Sonora y Baja California han sido las de Forrest Shreve (Shreve y Wiggins, 1975). Su clasificación refleja la manera en la que la selección natural y la evolución han adaptado la morfología y las formas de vida predominantes a los difíciles ambientes del desierto. Este investigador identifica tres ecorregiones en el Desierto de Sonora continental (las Tierras Altas de Arizona, los Llanos de Sonora y los Pies de Monte de Sonora), dos ecorregiones en la Península de Baja California (los Llanos de Magdalena y el Desierto de El Vizcaíno) y dos ecorregiones compartidas (el Valle del Bajo Colorado, que ocupa la parte occidental de Sonora y la parte norte de las costas del Golfo en Baja California; y las Costas Centrales del Golfo, una estrecha franja de la región costera central del Mar de Cortés). El bosquejo de Shreve sigue siendo la mejor descripción ecológica de los Desiertos de Sonora y Baja California y, por lo tanto, nos apegaremos a ella al describir esta extraordinaria área silvestre.

El Valle del Bajo Colorado fue descrito como un desierto micrófilo, es decir, una región con plantas de hojas pequeñas como la gobernadora (*Larrea tridentata*) y la jécota (*Ambrosia dumosa*). De hecho, estas plantas son las verdaderas xerofitas del desierto, pues soportan las sequías más severas sin marchitarse. El Bajo Colorado es el corazón del Desierto de Sonora (Bowden y Dykinga, 1993; Hayden y Dykinga, 1998), una región vasta y sumamente árida, con pocas montañas y grandes bajadas aluviales que forman llanuras secas muy amplias, hogar del amenazado berrendo sonoreño (*Antilocapra americana sonoriensis*). Aquí los inmensos arenales que bordean el Mar de Cortés poseen varios animales únicos, cuyas adaptaciones especiales para soportar las inhóspitas condiciones locales son tipificadas por la rata-canguro desértica (*Dipodomys deserti*) y la víbora-cascabel cornuda (*Crotalus cerastes*). Esta región se ha vuelto tan árida durante el actual periodo interglacial (es decir, el Holoceno), que los sedimentos secos del río Colorado, arrastrados hacia el este por los vientos, han formado las dunas de arena más extensas del Nuevo Mundo: el Gran Desierto de Altar. Aparte de las plantas micrófilas predominantes, la vegetación también incluye algunos árboles achaparrados como el palo fierro (*Olneya tesota*), el palo-verde (*Parkinsonia florida* y *P. microphylla*) y los mezquites (*Prosopis pubescens* y *P. glandulosa* var. *torreyana*). La escasez de vegetación leñosa es compensada por la gran abundancia de plantas efímeras que brotan después de las lluvias, cubriendo el desierto con un denso y colorido manto de flores. De hecho, la abundancia de semillas es tan alta en esta región que la base de las redes tróficas son especies granívoras como las ratas canguro, las ratas-cambalacheras (*Neotoma spp.*), las codornices (*Callipepla spp.*) y varias hormigas. Cuando los ríos Colorado y Gila corrían libremente (Sykes, 1937; Fradkin, 1984), antes de la construcción de las presas en los años treinta), en sus márgenes prosperaba un denso sistema de ecosistemas ribereños con predominio de chopos (*Populus*

fremontii), sauces negros de Goodding (*Salix gooddingii*) y grandes mezquites, donde también abundaban los castores (*Castor canadensis*).

Las plantas con tallos suculentos predominan en las Tierras Altas de Arizona, de modo que éste es un desierto crasicaule (del griego crassos, suculento; y caulon, tallo). Situadas al este del Valle del Bajo Colorado y a mayor altitud, las tierras altas reciben más precipitación pluvial (unos 300 mm en promedio) y en ellas predominan los nopales y las chollas (subgéneros *Platyopuntia* y *Cylindropuntia*, respectivamente, ambos pertenecientes al género *Opuntia*), cactáceas columnares como el saguaro (*Carnegiea gigantea*), biznagas (*Ferocactus spp.*) y palo-verdes (principalmente *Parkinsonia microphyllá*). Aquí la vegetación es más compleja, la proporción de plantas perennes es mayor y la diversidad es más alta. El gigantesco saguaro columnar es una especie emblemática que no sólo confiere a esta ecorregión su aspecto único, sino que mantiene una íntima relación con animales que, sin ser endémicos de la misma, la representan muy bien. Notable entre ellas son la paloma ala blanca (*Zenaida asiática*) y el murciélago-hocicudo de Curazao (*Leptonycteris curasoae*'), en el cual recaen muchas de las tareas locales de polinización, y el carpintero del desierto (*Melanerpes uropygialis*), que al labrar sus nidos en los saguaros crea un habitat esencial para otras especies que anidan secundariamente en esas cavidades.

Los Llanos de Sonora se encuentran al sur de las tierras altas de Arizona, en las tierras bajas centrales del estado de Sonora. Aquí las formas de vida predominantes son árboles y arbustos leñosos, por lo que se trata de un desierto arbofrutescente. En el estrato arbóreo predominan los palo fierros, con el espectacular color verde cenizo de las hojas del incienso (*Encella farinosa*) destacando en el matorral leñoso inferior. La mayor abundancia de lluvia (200 a 400 milímetros) y el menor riesgo de heladas permite a los Llanos albergar cuatro especies de cactus columnares gigantes: el saguaro, el pitayo dulce (*Stenocereus thurberi*), la cina (*S. alamosensis*) y la senita (*Lophocereus schottii*). Algunos elementos de clara afinidad tropical meridional alcanzan su límite norte en esta subdivisión. Tal es el caso de los géneros *Bursera* y *Jacquinia*, así como el del llamativo palo blanco (*Acacia willardiana*), la única acacia del Nuevo Mundo que ha perdido evolutivamente sus hojas compuestas y realiza la fotosíntesis mediante filodios, es decir, estructuras especiales derivadas de peciolos planos. Las especies emblemáticas de esta ecorregión son la codorniz cresta dorada (*Callipepla douglassi*) y la tortuga del desierto (*Gopherus agassizzi*).

Los Pies de Monte de Sonora se encuentran al este de los Llanos como una serie de lomas ondulantes, pequeñas serranías y cañadas que corren en sentido noroeste-sureste, paralelas a las faldas de la magnífica Sierra Madre. Las cañadas, que son más húmedas y mejor resguardadas que los Llanos despejados, albergan los relictos más septentrionales de las selvas bajas caducifolias tropicales del Pacífico mexicano. Considerada un desierto arborescente, esta región es rica en leguminosas leñosas como las acacias y los mezquites, aunque también predominan algunas especies claramente tropicales como el cardón barbón gigante (*Pachycereuspecten-aboriginum*), la ceiba menor (*Ceiba acuminata*), el trompillo (*Ipomoea arborescens*), el lomboy (*Jatropha cordata*), el torete fragante (*Bursera fagaroides*) y el guayacán

(*Guaiacum coulteri*), entre otras. Los límites de la distribución septentrional normal del jaguar (*Panthera onca*) se encuentran en estas cañadas, donde este raro depredador vagabundea al cobijo de los doseles tropicales. Algunos animales característicos, como el zacatonero ala rufa (*Aimophila carpalis*) y la iguana de cola espinosa de Sonora (*Ctenosaura hemilopha macrolopha*), son endemismos casi estrictos de esta ecorregión. Algunos investigadores se han opuesto a la clasificación de esta región como parte del Desierto de Sonora verdadero, pues se trata en realidad de un complejo mosaico de grados de aridez con exuberantes cañadas tropicales. Sin embargo, la intercalación de diferentes ecosistemas y la compleja fragmentación del paisaje son algunos de los factores que dan al Desierto de Sonora su gran diversidad.

La siguiente subdivisión son las Costas Centrales del Golfo, una estrecha franja de tierras desérticas que ocupa casi 800 km de las costas del Mar de Cortés en Baja California y 400 km en Sonora. En ésta predominan plantas con gigantescos tallos carnosos y corteza lisa, por lo que se le considera un desierto sarcocaula (del griego sarcos, carne; y caulon, tallo). Algunas de las plantas desertícolas más extrañas del Continente Americano se encuentran aquí, como delgados cirios (*Fouquieria colwnnaris*) de 20 m de altura (Humphrey, 1974), ocotillos (*F. splendens* y *F. diguetii*), descomunales copalquines (*Pachycormus discolor*) con su lisa corteza entre café y anaranjado, torotes blancos (*Bursera microphylla*), copales (*B. hindsiana*), lomboy (*Jatropha cinérea*), palo-blancos (*Lysiloma candida*) de tallos alabastrinos y gigantescos cardones candelabriformes o sagüesos (*Pachycereus pringlei*), junto con otras plantas características menos llamativas como el incienso y numerosas especies de chollas y nopales. En esta subdivisión, el contraste entre el desierto y el mar crea microhábitats únicos, con transiciones bruscas entre las comunidades desertícolas y matorrales extremadamente halófilos que viven con agua de mar, como los manglares más septentrionales del hemisferio, hasta las famosas "praderas" submarinas de zosteras (*Zostera marina*), que son cosechadas tradicionalmente por los indígenas seri. A pesar de que esta biorregión se encuentra en dos áreas disyuntivas separadas por el Mar de Cortés, sus animales emblemáticos son los mismos: el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) y la iguana del desierto (*Dipsosaurus dorsalis*), ambos con subespecies en una y otra costas: *O. c. mexicana* y *D. d. sonoriensis* en el lado de Sonora; *O. c. weemsi* y *D. d. dorsalis* en el lado de Baja California.

Siguiendo hacia las costas del Pacífico de Baja California, en la Región de El Vizcaíno, se aprecian muchos de los mismos árboles de tallo carnoso que en las costas del Golfo, mas ahora asociados con plantas sin tallo y dotadas de hojas suculentas dispuestas en rosetas (Aschmann, 1959).

Por esta razón, Shreve definió esta subdivisión como un desierto sarcófilo (es decir, un desierto donde predominan las hojas carnosas). Muchas de estas rosetas suculentas tienen la capacidad de absorber y almacenar el agua que llega con las nieblas costeras formadas por el afloramiento de aguas frías en el Pacífico. Entre ellas figuran unas cuantas especies de Agave con largas hojas carnosas (pencas) con bordes espinosos que semejan espadas; Dudieyas con hojas redondas de llamativo color blanco rojizo; izotes de Baja California (*Yucca valida*) e izotes de hoz (*Y. whipplei*). La influencia de las nieblas

marinas se manifiesta en la abundante presencia del heno pequeño o tillandsia recta (*Tillandsia recurvata*) y diversos líquenes. En estos desiertos más templados, el gigantesco cardón cede el paso en las llanuras costeras a densas formaciones de una cactácea más pequeña y recumbente, el pitayo agrio (*Stenocereus gummosus*), así como a los matorrales de huizapol aromático (*Ambrosia chenopodifolia*), que cubren las laderas con un terso manto de color verde grisáceo, y al cochal (*Myrtillocactus cochal*), una cactácea columnar de frutos dulces cuyos parientes más cercanos se encuentran en el sur de México. Los Llanos de El Vizcaíno más bajos, cerca de la laguna costera Ojo de Liebre, albergan un chaparral de plantas que toleran la sal, en el que vaga el gravemente amenazado berrendo peninsular (*Antilocapra americana peninsularis*), que quedó aislado de su pariente norteño del Gran Desierto. Aparte del berrendo como una obvia especie emblemática, esta ecorregión también es representada por el cuitlacoche peninsular (*Tbxostoma cinereum*), que es el ave más típica de Baja California.

Finalmente, los Llanos de Magdalena, situados al sur de El Vizcaíno, ocupan la parte sur de las costas de Baja California por el lado del Pacífico. Aquí es evidente la influencia de los matorrales xerófilos tropicales y las selvas bajas caducifolias de la región de Los Cabos, en el extremo de la península. Existen menos rosetas suculentas y los árboles del desierto coexisten con gigantescas cactáceas columnares, formando un desierto arbocrasicaule. Los torotes (*Bursera filicifolia*, *B. hindsiana* y *B. microphylla*), el mezquite dulce (*Prosopis glandulosa*), el palo de Adán (*Fouquieria diguetii*), el palo-verde azulóse (*Parlinsonia florida*), el ciruelo endémico (*Cyrtocarpa edulis*) y el hermoso palo blanco, forman densos bosquetes en algunos arroyos. Aquí abunda la pitaya agria y la chirinola (*Stenocereus eruca*), una cactácea columnar endémica sumamente rara que se encuentra cerca de las playas. Este cacto, único y extraño, crece acostado en el suelo y emite densos manojos de tallos gigantes, con aspecto de culebras, que parecen reptar en el desierto. También abundan los cardones, las senitas y las chollas. Es muy común ver caracaras crestadas (*Caracara cheriway*) posados en los nopales y otras perchas; por la noche no es raro encontrar a la zorra desértica (*Vulpes velox*), otro habitante típico de la región.

Culturas humanas

Las mismas fuerzas evolutivas que dieron origen a las extrañas formas de vida de esta región, moldearon también sus culturas humanas singulares (León Portilla, 1989). Muy apartados del resto de Mesoamérica, los indígenas cochimíes y otros grupos de Baja California crearon uno de los conjuntos de pinturas rupestres más asombrosos del mundo, mismo que es, actualmente, uno de los Patrimonios Culturales de la Humanidad más valiosos de México (Crosby, 2000). Posteriormente, durante la Colonia española los jesuitas fundaron en estos desiertos su propia "utopía" mediante una serie de misiones que evolucionaron en total independencia de las severas y crueles normas impuestas por los conquistadores al México continental (Clavijero, 1789; Del Barco, 1768). Lamentablemente, los jesuitas también llevaron consigo, involuntariamente, los mortales gérmenes de las enfermedades europeas, de

modo que pocas décadas después de la colonización la mayoría de las etnias de Baja California, por largo tiempo aisladas y vulnerables a esas dolencias, había desaparecido.

Sus descendientes, mezclados con los descendientes de los soldados españoles, se convirtieron en los californios, un grupo de ganaderos que aún sobrevive en las sierras. Por el contrario, los pueblos nativos del Desierto de Sonora, que jamás estuvieron totalmente aislados de otros grupos y por lo tanto eran más resistentes a las enfermedades importadas, aún se encuentran en la región.

Los verdaderos habitantes del Desierto de Baja California, es decir, los guaycuras del norte, los pericúes del sur y los cochimíes de los desiertos centrales, se extinguieron.

En el chaparral de tipo mediterráneo de los alrededores de Tecate, Ensenada y Tijuana aún quedan unos cuantos cochimíes; se trata específicamente de los kiliwas, los kumiais y los pai-pais. Los cucapás, otro grupo indígena de Baja California, viven en el delta del río Colorado. Aunque hoy muchos de ellos laboran en los campos agrícolas del Valle de Mexicali, algunos conservan aún sus pesquerías tradicionales en el estero, donde todavía cosechan, aunque en raras ocasiones, el trigo salado de los campos silvestres de *Distichlis palmeri* que crecen en las llanuras costeras aluviales del Alto Golfo de California.

Por el contrario, las culturas nativas de la tierra firme de Sonora han sobrevivido mucho mejor. Al menos siete grupos conservan su identidad y tres de ellos (los pápagos, pimas de los altos o tohono o'odham; los pápagos del arrenal o hia'ced o'odham, y los seris cazadores-recolectores o com'caac) aún sobreviven dentro de los confines del Desierto de Sonora. Otros cuatro grupos se encuentran en las estribaciones del desierto: los yaquis o yoemes, en los llanos del bajo río Yaqui; los mayos o yoremes, en el sur, donde el desierto cede el paso a los matorrales espinosos costeros; los guarijíos o makurawes, en las inaccesibles montañas del sureste, muy cerca de la Sierra Madre, y finalmente los pimas de los bajos u ob no'ok, al este, en las faldas de la Sierra Madre. Los miembros de un octavo grupo, los ópatas o teguimas, que viven en lo alto de la Sierra Madre, aunque ya perdieron su lengua y muchas tradiciones al asimilarse a la cultura mestiza, aún reconocen su origen étnico y sus tradiciones están presentes en la cultura local.

En cuanto a su demografía, los Desiertos de Sonora y Baja California tienen densidades de población muy bajas y las mayores concentraciones humanas se encuentran en zonas urbanas. Esto subraya una característica sumamente importante de la región, es decir, que aún posee grandes extensiones escasamente habitadas o deshabitadas por completo, lo que hace de ésta un área silvestre prístina.

El estado de Baja California, por ejemplo, tiene 2.5 millones de habitantes. De éstos, sólo unos 765 000 viven en la región desértica de la entidad y la mayoría de ellos, además, se concentran en la ciudad de Mexicali o en el distrito de riego que la rodea. Sólo unas 100 000 personas viven en el desierto en sí. El estado de Baja California Sur es la entidad menos poblada de México. Posee 424 000 habitantes y, de éstos, 25% viven en los ecosistemas tropicales de la región de Los Cabos, fuera del desierto propiamente dicho. De los 319 000 habitantes de las zonas desérticas del estado, la mayoría (197 000) se

encuentran en la ciudad capital de La Paz, de modo que sólo 122 000 ocupan el resto del estado, donde se concentran en ciudades más pequeñas.

Sonora tiene una población de 2.2 millones de habitantes y, de éstos, 1.4 millones viven en la región desértica. El resto se concentra en la región templada del noreste o en los valles agrícolas del sur. De los habitantes del desierto, más de un millón se encuentran en grandes ciudades como Hermosillo, Guaymas, San Luis Río Colorado y otras, de modo que menos de 500 000 personas, en su mayoría ganaderos, se encuentran dispersas en los eriales del Desierto de Sonora. Finalmente, los estados de California y Arizona tienen una población mucho mayor que la de sus contrapartes mexicanas. Sin embargo, la región del Desierto de Sonora (los condados Imperial, Pima y Yuma, así como partes de los de Maricopa y Riverside) cuenta apenas con poco más de un millón de habitantes. Además, la mayor parte de esta población se concentra en sólo dos áreas metropolitanas: Tucson con 500 000 habitantes y Yuma con cerca de 100 000 personas.

En total, excluyendo los grandes centros urbanos, el Área Silvestre de los Desiertos de Sonora y Baja California tiene una población humana de sólo 1.1 millones de personas, distribuidas en un área de 324 300 km², lo que significa una densidad demográfica de sólo 3.4 habitantes/km².

Amenazas

Sujeta al rápido aumento en la demanda de recursos, esta inmensa área silvestre enfrenta hoy una serie de amenazas ambientales cada vez más graves, como la industrialización, el agotamiento de sus recursos hidráulicos, la expansión de la frontera agrícola, la introducción de especies exóticas, el sobrepastoreo del ganado, el turismo descontrolado, el uso de vehículos para campo traviesa, la degradación de los ambientes estuarinos y la cacería furtiva.

El desarrollo industrial y la expansión urbana descontrolada, están poniendo en grave peligro la conservación de largo plazo de los desiertos fronterizos. El rápido crecimiento del turismo en las costas mexicanas ha suscitado una expansión urbana explosiva en lugares como Loreto, en Baja California Sur, y San Carlos y Puerto Peñasco, en Sonora. Aparte de este crecimiento de las poblaciones y ciudades establecidas, el Gobierno mexicano tiene ambiciosos planes que exigen la construcción de marinas y complejos turísticos en torno a la península, lo que aumentará aún más la presión.

Algunas áreas agrícolas desarrolladas de manera no sustentable a mediados del siglo xx, sin tener en cuenta la recarga de los acuíferos, ahora encaran el agotamiento de las aguas del subsuelo y el cierre de sus pozos. El resultado final, una vez que el acuífero se agote, será una gran extensión de suelos agrícolas salinizados y yermos. En algunas partes de Baja California, la merma de los acuíferos regionales también ha significado la desaparición de algunos manantiales, lo que se traduce, a su vez, en la degradación de los humedales de agua dulce y la pérdida de aguajes para la fauna silvestre. En muchas partes de la región, el agua ha dejado de ser un recurso renovable o al menos se le considera un recurso que se recupera muy lentamente.

Además, las técnicas agronómicas regionales padecen frecuentemente de muy baja eficiencia en cuanto se refiere a convertir el insumo de agua en cultivos con buen rendimiento, de modo que las actividades agrícolas dispendiosas son un factor importante en el deterioro ecológico de largo plazo.

En algunos lugares, la vegetación natural está siendo destruida rápidamente en aras del desarrollo agrícola y para la plantación de pastos exóticos invasores, como el *buffel* africano (*Pennisetum ciliare*), con la idea de mejorar la productividad del ganado bovino en los ambientes desérticos. Tanto en el sur de Sonora como en el sur de Baja California, el pasto *buffel* no parece requerir desmonte para establecerse. Sumamente adaptado a los ambientes tropicales cálidos y secos, está invadiendo rápidamente el desierto, sobre todo las áreas que han sido desmontadas o sobrepastoreadas. Este pasto de rápido crecimiento genera una enorme biomasa que se incendia fácilmente en la época de secas, convirtiendo el desierto en un ecosistema de tipo sabana muy propenso al fuego, -que al arder estacionalmente impide el restablecimiento del matorral xerófilo nativo, biológicamente rico pero muy vulnerable a los incendios.

El pastoreo de ganado, que es un problema recurrente en los desiertos de la región, también ha provocado cambios en la estructura de la vegetación, restableciendo, quizá inadvertidamente, antiguos procesos ecológicos que fueron interrumpidos al final del Pleistoceno, cuando se extinguieron los grandes herbívoros que recorrían las llanuras del desierto, dispersando las semillas de mezquites y cactáceas. Sin embargo, como el pastoreo contemporáneo se lleva a cabo en ausencia de depredadores, las densidades de los herbívoros son mucho mayores que las registradas en el pasado paleontológico.

El turismo de tipo aventura también ha afectado gravemente algunos ecosistemas peninsulares. Quizá la forma de recreación más destructiva en el entorno natural sea el uso de vehículos para campo traviesa en el desierto despejado y en los arenales costeros. La vegetación de estos ambientes crece muy lentamente, de modo que una biznaga destrozada en cuestión de segundos por un conductor imprudente quizá tardó siglos en alcanzar su tamaño adulto y para su recuperación pueden transcurrir varias generaciones. Tristemente, la mayor fama internacional de Baja California no se debe a su belleza ni a su aislamiento, sino a la facilidad para estas actividades a campo traviesa, que son anunciadas como atractivo turístico en ciudades como Puerto Peñasco y San Felipe.

Las visitas humanas, aunque potencialmente benéficas, también han afectado negativamente los ecosistemas isleños del Golfo de California, que son ambientes sumamente frágiles. La evolución biológica en aislamiento hizo estas islas particularmente vulnerables a factores como las especies foráneas, el deterioro del hábitat, la caza y la pesca, tanto en plan deportivo como comercial. En particular, la introducción de especies exóticas como ratas, gatos y cabras puede ocasionar auténticas catástrofes ecológicas entre las plantas endémicas, las aves marinas y los reptiles isleños. Por último, la creciente demanda del ecoturismo ha generado una intensa presión para el desarrollo de infraestructura en las islas. Aunque hasta ahora no se ha permitido el

desarrollo turístico de ninguna de las islas del Golfo, el número de propuestas fue en aumento (durante la última década).

Los esteros y las lagunas costeras de la región también encaran amenazas cada vez mayores debido al desarrollo industrial y turístico, al escurrimiento de contaminantes terrestres, a la modificación del hábitat para proyectos de acuacultura y a la perturbación ocasionada por las lanchas de motor y las motonaves acuáticas. El deterioro de las lagunas costeras afecta a muchos organismos marinos que pasan la mayor parte de su ciclo de vida en tales ecosistemas, desde las ballenas grises (*EschricMus robustus*) en las lagunas del Pacífico, hasta los camarones, moluscos y peces del Mar de Cortés. También afecta a muchas aves migratorias que utilizan esos humedales como puntos de descanso en sus rutas de viaje. Las lagunas costeras generan servicios ecológicos únicos y esenciales para el mantenimiento y la supervivencia de las especies que migran anualmente a otros ecosistemas, a menudo distantes. Sin embargo, tales servicios escapan a la vista de los inversionistas, quienes tienden a considerar esos ambientes como "terrenos inútiles" que deben usarse para obtener ganancias económicas más directas. La tala de manglares para construir instalaciones de acuacultura u hoteles costeros es un ejemplo típico. Para una persona común y corriente, percibir el inmenso valor que los manglares tienen para las pesquerías de altamar y la vida marina en general resulta mucho más difícil que ver el beneficio inmediato de talarlos con otros fines menos productivos.

La cacería furtiva es común en el Desierto de Sonora. Se persigue a la fauna mayor en busca de carne y trofeos; por otro lado, se capturan reptiles y se recolectan cactáceas y otras plantas raras endémicas para introducirlas de contrabando en Estados Unidos, donde abastecen los mercados de mascotas y plantas exóticas, respectivamente. Muchas de las especies más buscadas cuentan con poblaciones muy reducidas, a menudo en una sola isla, donde además flutúan en sincronía con las variaciones ambientales, lo que las hace particularmente vulnerables.

Conservación

Los gobiernos de México y Estados Unidos, así como organizaciones no gubernamentales (ONG) en ambos lados de la frontera, han llevado a cabo acciones para proteger los ricos y cada vez más amenazados ecosistemas de los Desiertos de Sonora y Baja California. Ahora existe una gran cantidad de áreas protegidas, entre ellas tres reservas de la biosfera en México (El Vizcaíno; Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, y El Pinacate y Gran Desierto de Altar); tres monumentos naturales en Estados Unidos (Monumento Nacional Sonoran Desert, cerca de Phoenix, Arizona; Monumento Nacional Saguaro, cerca de Tucson, y Monumento Nacional Organ Pipe Cactus, sobre la frontera, que ahora es también una reserva de la biosfera); dos parques nacionales costeros (Bahía de Loreto y Cabo Pulmo, ambos en México), un parque estatal en California (Parque Estatal de Desierto Anza-Borrego); tres refugios de fauna silvestre en México [Islas del Golfo de California, que abarca las islas del Mar de Cortés (Bourillón y cols., 1988); Cajón del Diablo, un macizo montañoso que contiene un mosaico de desierto y exuberantes

cañadas tropicales en las costas centrales de Sonora, y Valle de los Cirios, en el desierto central de Baja California], y un cuarto refugio en Estados Unidos (Refugio Nacional de Fauna Silvestre Cabeza Prieta). Aunque no está protegido de manera formal, el Campo Militar Barry M. Goldwater, adyacente a las áreas de Organ Pipe Cactus y Cabeza Prieta, es uno de los lugares intactos más extensos del Desierto de Sonora. En total, las áreas protegidas dentro de esta región abarcan unos 18 000 km² en Estados Unidos y 68 000 km² en México, de modo que abarcan 27% del área silvestre total.

Además, en la parte norte del espinazo montañoso de Baja California, donde los áridos matorrales del desierto ceden el paso a pinos y táscales, existen dos parques nacionales con vegetación de clima templado (Constitución de 1857 y Sierra de San Pedro Mártir); asimismo, existe una isla celeste similar en el extremo sur del desierto, donde la Reserva de la Biosfera Sierra de La Laguna marca el principio de la región de Los Cabos.

Aunque casi todas las áreas protegidas de Estados Unidos fueron creadas desde el siglo XIX (la excepción más notable es el Monumento Nacional Sonoran Desert, decretada en 2001), la mayoría de las situadas en México fueron creadas en los últimos 15 años. Antes de 1988, sólo existían tres áreas naturales protegidas y sus decretos de creación eran bastante ambiguos e inexactos. Se trata de Cajón del Diablo, creada en 1937 con 147 000 ha; Valle de los Cirios, también en 1937 con 2.3 millones de hectáreas, e Islas del Golfo de California, creada en 1978, con 150 000 ha. En 1988 nació la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, con un área total de 2.5 millones de hectáreas, lo que hizo de ella la reserva de la biosfera más grande de México. Entre 1993 y 1998, fueron creadas cuatro nuevas áreas protegidas con distintas categorías, cuya superficie total es de 2.9 millones de hectáreas. En 1993, el Gobierno de México publicó dos decretos con el fin de proteger otras tantas reservas de la biosfera situadas en la franja de desierto y los ecosistemas costeros que unen el Desierto de Sonora con la Península de Baja California. Estas reservas protegen el notable endemismo del sistema de dunas de arena y malpaís volcánico más extenso de Norteamérica, así como dos especies marinas gravemente amenazadas: la marsopa vaquita y la totoaba (*Totoaba macdonaldii*), un pez teleosteo. Junto con las áreas protegidas de Organ Pipe Cactus, Cabeza Prieta y Barry M. Goldwater en Estados Unidos, estas reservas forman un corredor ecológico de 3 millones de hectáreas en las tierras desérticas del Valle del Bajo Colorado, que figura entre los más extensos y mejor conservados del mundo.

Además, en 1993, el Gobierno mexicano propuso la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno como Patrimonio Natural de la Humanidad, categoría que le fue concedida por la UNESCO en 1994. En julio de 1996 se publicó el decreto que protege la Bahía de Loreto con la categoría de parque nacional, como resultado de una iniciativa original de los pescadores locales, a quienes les preocupaba la continua declinación de su pesca y la degradación de las áreas reproductivas. Finalmente, en noviembre de 2000, las tres primeras áreas naturales protegidas de la región (Cajón del Diablo, Valle de los Cirios e Islas del Golfo de California, fueron reclasificadas, conforme a la nueva legislación, con la categoría de refugios de fauna silvestre.

Según se espera, el paso cada vez más ágil de los esfuerzos de conservación logrará detener la degradación ambiental que la región ha venido sufriendo y disminuirá las amenazas que ponen en riesgo su sustentabilidad en el largo plazo. Al parecer, existe cada vez mayor conciencia en la península de Baja California, el Desierto de Sonora y el Mar de Cortés, en cuanto a la necesidad de emprender acciones urgentes para proteger el ambiente. Grupos conservacionistas, instituciones de investigación, los gobiernos federal y estatal, destacados líderes del sector privado y operadores de ecoturismo han contribuido a impulsar el aprecio del ambiente y la necesidad de acciones de conservación concretas.

No fue por accidente que las primeras áreas protegidas a lo largo de la frontera entre México y Estados Unidos fueron creadas en esta región. Investigadores, conservacionistas, autoridades indígenas y oficiales de Gobierno habían estado trabajando juntos por años, preparando planes conjuntos para proteger el Gran Desierto y el Alto Golfo. Llegó un tiempo, en 1993, en el que estaba lista una propuesta que contaba con el apoyo de líderes ambientales a ambos lados de la frontera. Ahora, el Gran Desierto está protegido desde la frontera hasta la aguas del Golfo, y algunos conservacionistas están trabajando en Estados Unidos para integrar cuatro áreas protegidas contiguas al norte de la frontera en un Parque del Desierto Sonorense, el cual, junto con las reservas mexicanas, formará parte de uno de los mayores corredores silvestres del mundo.

El Desierto de Sonora es un área silvestre binacional, con varias cuencas hidrográficas, especies y recursos naturales en común que no saben de líneas fronterizas, de modo que México y Estados Unidos comparten la responsabilidad de proteger este patrimonio natural. A fin de lograrlo, ambos países deben promover esfuerzos binacionales verdaderamente cooperativos, como la Coalición para el Desarrollo Sustentable del Golfo de California de 1999, una asociación establecida entre varias ONG conservacionistas, así como instituciones académicas y de investigación mexicanas y estadounidenses. Entre las ONG que trabajan dentro de la Coalición, Conservation International ha estado enfrentando exitosamente, por más de una década, algunas de las amenazas más apremiantes para la región, con apoyo de la Fundación Packard, USAID, y CEMEX —el patrocinador de este libro. Será por medio de alianzas como ésta, gracias a las cuales se logrará una visión compartida, que los desiertos de Arizona, California, Sonora y Baja California podrán ser conservados en el largo plazo.

EXEQUIEL EZCURRA
EDUARDO PETERS
ALBERTO BURQUEZ
ERIC MELLINK

BIBLIOGRAFIA

ASCHMANN, H. 1959. *The central Desert of Bja California: Demography and Ecology*. University of California Press, Berkeley

BERGER, B. 1998. *Almost an Island: Travels in Baja California*. University of California Press, Tucson.

BOURILLON, L., A. CANTU, F. ECCARDI, E. LIRA, J. RAMÍREZ, E. VELARDE Y A. ZAVALA. 1988. *Islas del Golfo de California*. Secretaría de Gobernación-Universidad Nacional Autónoma de México, México.

BOWDEN, C. Y J.W. DYKINGA. 1993. *The Sonoran Desert*. Harry N. Abrahams, Nueva York.

CASE, T.J. y M.L. CODY (Eds.). 1983. *Island Biography in the Sea of Cortés*. University of California Press, Berkeley.

CLAVIJERO, F.X. 1789. *Historia de la Antigua o Baja California* (publicado por la imprenta del Museo Nacional de Arqueología, Historia y Estnografía, 1933, México, D.F.) En H.W. CROSBY. 1994. *Antigua California Mission and Colony on the Peninsula frontier, 1697-1768*. University of New Mexico Press, Albuquerque.

CROSBY, H.W. 2000. *The Cave Paintings of Baja California. Discovering the great murals of an Unknown people*. Sunbelt Natural History Books, Sunbelt Publications, San Diego.

DEL BARCO, M. 1768. *Correcciones y adiciones a la historia o noticia en la California en su primera edición de Madrid, año de 1957* (editado por M. León-Portilla con el título *Historia Natural y Crónica de la antigua California*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de investigaciones Históricas, 1988, México, D.F.).

FRADKIN, P.L. 1984. *A River No More: The Colorado River and the West*. University of Arizona Press, Tucson.

HAYDEN, J.D. y J.W. DYKINGA. 1988. *The Sierra Pinacate*. Southwest Center Series, University of Arizona Press, Tucson.

HORNADAY, W.T. 1908. *Campfires on Desert and Lava*. Published again in 1985 by University of Arizona Press, Tucson.

HUMPHREY, R.R. 1974. *The Boojum and its Home*. University of Arizona Press, Tucosn.

JORDÁN, F. 1951. *El otro México: biografía de Baja California*. Biografías Gandesa, México.

KRUTCH, J.W. y E. PORTER, 1957. *Baja California and the Geography of Hope*. Sierra Club Books, San Francisco.

KRUTCH, J.W. 1961. *The Forgotten Peninsula: A Naturalist in Baja California*. W. Sloane Associates, San Francisco. (Publicado por A.H. Zwinger, 1986, University of Arizona Press, Tucson.

LEON-PORTILLA, M. 1989 *Cartografía y crónicas de la antigua California*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

LUMHOLTZ, C. 1990. *New Trails in México: An account of One Year's Exploration in Northwestern Sonora, México, and Sothwestern Arizona*. University of Arizona Press, Tucson.

MARTIN, P.S., D.A. YETMAN, M.E. FISHBEIN, P.D. JENKINS, T.R. van DEVENDER y R. WILSON (Eds.).1999. *Gentry's Rio Mayo Plants: The tropical Deciduous Forest and Environs of Northwest Mexico*. Sothwest Center Series University of Arizona Press, Tucson.

MARTINEZ, M. 1947. *Baja California: reseña histórica del territorio y su flora*. Ediciones Botas, México.

MINNICH, R.A. y E. FRANCO VIZCAINO. 1988. *Land of Chamise and Pines. Historical Accounts and Current Status of Nothern Baja California's vegetation*. UC Publications in Botany No. 80, University of California Press, Berkeley.

MITTERMEIER, R.A., N. MYERS, P. ROBLES GIL y C.G. MITTERMEIER. 1999. *Hotspots: Earth's Biologically Richest anf Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. Cemex, México.

ROBLES GIL, P., E. EZCURRA y E. MELLINK (Eds.). 2001 *The Gulf of California. A World Apart*. Agrupación Sierra Madre, México.

ROBICHAUX, R.H. (Ed.). 1999. *Ecology of Sonoran Desert Plants and Plant Communities*. University of Arizona Press, Tucson.

SHREVE, F. y I.L. WIGGINS. 1975 *Vegetation and Flora of the Sonoran Desert*. Stanford University Press, Stanford.

WIGGINS, I.L. 1980. *Flora of Baja California*. Stanford University Press, Stanford.

ZWINGER, A.H. 1983. *A Desert Country Near the Sea: A Natural History of the Cape Region of Baja California*. Harper and Row, Nueva York.